

Секция «Математика и механика»

Математическое моделирование анализа сложных нелинейных колебаний при контактном взаимодействии перекрестных распределенных систем

Яковлева Т.В.¹, Крысько В.А.²

1 - Саратовский государственный технический университет, Физико-технический факультет, 2 - Саратовский государственный технический университет, строительно-архитектурно-дорожный институт, Саратов, Россия

E-mail: yan-tan1987@mail.ru

В работе построена математическая модель и создан программный комплекс сложных нелинейных колебаний перекрестных распределенных систем под действием внешней произвольной нагрузки с учетом контактного взаимодействия. Для каждой из этих перекрестных систем учитывается физическая и геометрическая нелинейность. Контактное взаимодействие перекрестных систем с зазором для каждой точки соприкосновения рассматривается по модели Винклера. Такие системы находят широкое применение в медицине, авиастроении и космонавтике. Элементы конструкций таких структур испытывают действие внешнего давления различной природы, поэтому необходимо комплексно исследовать их поведение и выявлять параметры воздействия, которые будут характеризовать безопасный и опасный режимы [1, 2]. Исходные дифференциальные уравнения, краевые и начальные условия, полученные из вариационных принципов, сводятся к системе безразмерных дифференциальных уравнений в частных производных. В данной работе объект рассматривается как система с множеством степеней свободы. Решение осуществляется с помощью метода конечных разностей с погрешностью $O(h^2)$ по пространственной координате и метода Рунге-Кутты четвертого порядка точности по временной переменной. Диаграмма деформирования может быть произвольной для каждой из систем. Исследование сложных колебаний изучается с помощью качественной теории дифференциальных уравнений на основе анализа сигналов, сечений Пуанкаре, фазовых и модальных портретов, спектров мощности Фурье, спектра знаков показателей Ляпунова, автокорреляционных функций, а также с применением вейвлет-анализа [3, 4]. Могут быть выбраны произвольные краевые условия, а также различные типы внешнего воздействия: поперечная или продольная, знакопеременная или постоянная нагрузка. Разработанный программный комплекс позволяет учитывать любые сочетания разных типов нелинейностей: конструктивной, физической и геометрической [5]. Для многослойных механических систем в виде сочлененной конструкции, состоящей из пластинки и одной или двух балок изучение их хаотической синхронизации и управления их колебаниями при помощи вейвлет-анализа в данной работе проводится впервые. В работе разработан новый алгоритм изучения явления хаотической фазовой синхронизации.

Литература

1. Крысько В.А., Салтыкова О.А., Яковлева Т.В. Нелинейная динамика антенн в космических средствах связи // Известия вузов. Авиационная техника, 2011, 2, С. 60-62.

2. Яковлева Т.В. Управление хаотическими колебаниями многослойных пластин связанных между собой только через краевые условия // Материалы Международного молодежного научного форума "Ломоносов - 2011". М.: МАКС Пресс, 2011.
3. Папкова И.В., Крысько В.А., Солдатов В.В. Анализ нелинейных хаотических колебаний пологих оболочек вращения с помощью вейвлет-преобразования // Известия РАН МТТ, 1, 2010, С.107–117.
4. Awrejcewicz J., Krysko V.A. Chaos in Structural Mechanics // Springer: Berlin, London, 2008, 424p.
5. Krysko A.V., Koch M.I., Yakovleva T.V., Nackenhorst U., Krysko V.A. Chaotic nonlinear dynamics of cantilever beams under the action of signs-variables loads // PAMM, Special Issue: 82nd Annual Meeting of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics (GAMM), Graz 2011, Vol. 11. - Issue 1. – P. 327–328.